

тролируемых геометрических параметров детали. Если отмеченное выше вписывание осуществить не удастся, то деталь бракуется. С учетом рассмотренных принципов общий порядок реализации предлагаемого комплексного подхода к координатному контролю геометрических параметров деталей с позиций метрологического моделирования можно представить в виде следующего алгоритма:

1. Построение комплексной нормативной аналитической модели контролируемой детали.
2. Получение комплексной экспериментальной метрологической модели объекта контроля.
3. Трансформация комплексной экспериментальной метрологической модели объекта контроля в адекватную аналитическую модель, ей соответствующую.
4. Первичное сопоставление аналитической модели контролируемой детали с ее комплексной нормативной аналитической моделью.
5. Оптимизация системы координат контролируемой детали с одновременным перераспределением взаимосвязанных полей допусков ее нормированных геометрических параметров.
6. Оценка результатов оптимизации системы координат контролируемой детали и ее комплексной нормативной модели, принятие окончательного решения о годности детали.

УДК 681

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА НАНОЧАСТИЦ В АЭРОЗОЛЯХ

Студент гр. 11305118 Ильинчик И.В.

Д-р техн. наук, профессор Соломахо В.Л.

Белорусский национальный технический университет

В повседневной жизни мы все чаще сталкиваемся с такими понятиями как нанотехнологии, наноматериалы, наноструктура, наночастицы и т. п. Повышенный интерес исследователей к нанообъектам вызван обнаружением у них необычных физических и химических свойств, особенностями биологического действия, которые часто радикально отличаются от свойств этого же вещества в форме сплошных фаз или макроскопических дисперсий. Стоит сказать, что нанообъекты состоят из наночастиц, размер которых необходимо контролировать и воспроизводить с достаточной точностью.

Широкое применение сегодня в различных сферах нашли наночастицы в аэрозолях. Их активно стали применять еще в 90 годы и по сей день их используют преимущественно в медицине, что позволило создавать множество аэрозолей, методов лечения различных заболеваний и т. д. Но вместе с этим возникает большая ответственность при проведении метрологического обеспечения и контроля размера этих самых наночастиц.

Прежде чем говорить о методах определения размера наночастицы следует дать ему определение, чтобы понимать, что это такое. Термин наночастица опирается на два ключевых понятия: нанодиапазон и нанообъект. Наночастица – это нанообъект, линейные размеры которого по всем трем измерениям находятся в нанодиапазоне, а соотношение размеров длин в направлении самой короткой и самой длинной из осей как правило не более чем один к трем. Очевидно, что так просто определить формулу для определения размера для всех наночастиц попросту невозможно, т.к. все наночастицы имеют разную форму далекую от идеальной сферы. Поэтому чаще всего в этих целях применяют понятие эквивалентной сферы. Суть которой заключается в том, что нет необходимости описывать частицу тремя или более числовыми значениями, которые конечно точнее характеризуют размер, но неудобны для рутинного контроля качества и управления производственным процессом.

При выборе метода для анализа размера наночастицы в аэрозолях надо понимать, что метод будет зависеть от измерения различных физических характеристик частиц (максимальная длина, минимальная длина, объем, площадь поверхности и т. д.), и как следствие размеры, полученные разными методами, будут различаться. Если говорить о метрологическом обеспечении, то на сегодняшний день в нашей стране прямой прослеживаемости размера наночастицы в аэрозолях к национальным эталонам нет. Однако с помощью такой установки как сканирующий спектрометр мобильности частиц возможно производить частицы в диапазоне от 2 до 1000 нм в за-

висимости от используемого анализатора, а потом проводить международные сличения со стандартными образцами метрологических институтов других стран.

УДК 621.31/36

КАЛИБРОВКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОГРУЖНОГО ТИПА

Ковалёнок А.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Согласно Закону Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» калибровка средств измерений является одним из видов работ по метрологической оценке, цель которой – установить действительные метрологические характеристики средства измерений. В связи с тем, что средства измерения температуры – термометры – весьма разнообразны, то и разнообразны и методики их калибровки. Поэтому методики калибровки термометров носят «именной характер» и распространяются на определенный тип средств измерений. В настоящее время парк термометров постоянно расширяется: появляются новые средства измерения, которые имеют свой принцип действия и свою сферу применения. Для таких новых средств измерения температуры необходимо разрабатывать соответствующие новые методики калибровки. При этом необходимо подбирать соответствующее оборудование для воспроизведения температуры в определенном диапазоне, и средства измерений, позволяющие контролировать температуру в заданном диапазоне и с заданной точностью. Это требует решения нескольких актуальных проблем. Главные из них связаны прежде всего с тем, что разработка методик калибровки требует временных затрат, что ведет к отвлечению персонала а, следовательно, к уменьшению эффективности проведения работ по метрологической оценке. Кроме того, постоянно увеличивается количество номенклатуры средств измерения температуры, подлежащих калибровке, что в свою очередь ведет к необходимости подбора специфического оборудования для проведения работ по калибровке.

Для решения перечисленных проблем в докладе предложен один из вариантов разработанной «унифицированной» методики калибровки средств измерения температуры показывающих погружного типа, которая позволила бы проводить работы по метрологической оценке, не привязываясь к объекту калибровки. Суть данной методики состоит в том, что она реализуется «от обратного». Имея определенный парк эталонного оборудования и оборудования, воспроизводящего заданную температуру, а также на основании точностных характеристик калибруемого средства измерения, становится возможным проводить калибровку широкого спектра средств измерений в заданном диапазоне температур с заданной точностью путем целенаправленного подбора необходимого оборудования. Таким образом, реализуется гибкая математическая модель методики калибровки, которая зависит только от имеющегося в наличии на данный момент оборудования. Предлагаемая в докладе методика калибровки разработана согласно постановлению Государственного Комитета по Стандартизации Республики № 42 «Об утверждении Правил осуществления метрологической оценки в виде работ по калибровке средств измерений», а также с учетом ГОСТ ISO/IEC 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». Методика опробована на средствах измерения температуры показывающих погружного типа, с глубиной погружения не менее 150 мм. Результаты, полученные при калибровке согласно данной методике, имеют прослеживаемость к Национальному эталону единицы температуры – кельвин (НЭ РБ 2-95), Национальному эталону единицы длины – метр (НЭ РБ 12-03).

Литература

1. Об утверждении Правил осуществления метрологической оценки в виде работ по калибровке средств измерений. Постановление государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 23 апреля 2021 г. № 42.
2. ГОСТ 8.558. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры. – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с.
3. СТБ 8014. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Калибровка средств измерений. Организация и порядок проведения. – Минск: Госстандарт, 2012. – 10 с.